

# Verifikasi Tanda Tangan Dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor* dan Ekstraksi Ciri *Harris Corner*

Andi Kartono<sup>\*1</sup>, Derry Alamsyah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>STMIK GI MDP; Jl. Rajawali No.14,+62(711)376400/376360

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, STMIK GI MDP Palembang

e-mail: <sup>1</sup>[bebetter@mhs.mdp.ac.id](mailto:bebetter@mhs.mdp.ac.id), <sup>2</sup>[derry@mdp.ac.id](mailto:derry@mdp.ac.id)

## Abstrak

Kemananan bertransaksi sangat penting di zaman sekarang. Tanda tangan dapat digunakan sebagai salah satu alat pengaman transaksi. Meskipun demikian, pemalsuan tanda tangan masih menjadi ancaman bagi penggunaan tanda tangan sebagai pengaman. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan verifikasi keaslian tanda tangan dan menguji keberhasilannya. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah *K-Nearest Neighbor* dengan metode ekstraksi fitur *Harris Corner*. Penghitungan jarak yang dipakai di algoritma *K-NN* adalah penghitungan *Euclidean Distance* dan *Manhattan Distance*. Nilai *K* yang dipakai di *K-NN* adalah 1, 3, dan 5. Nilai akurasi tertinggi verifikasi tanda tangan pada penelitian ini adalah 54% yang didapat dari penghitungan *Euclidean Distance* dengan nilai *K*=1. Dari penelitian ini, kita dapat mengetahui bahwa *Euclidean Distance* lebih baik dibandingkan *Manhattan Distance* untuk verifikasi tanda tangan.

**Kata kunci :** Verifikasi, tanda tangan, *K-Nearest Neighbor*, *Harris Corner*, *Euclidean Distance*, *Manhattan Distance*

## Abstract

Transaction security is very important today. Signature can be used as one of the transaction security tool. However, signature forgery still be a threat for signature use as security. This research purposed was to do signature verification and test it success. Algorithm that used in this research is *K-Nearest Neighbor* with extraction feature method *Harris Corner*. The distance calculation that used in *K-NN* algorithm is *Euclidean Distance* calculation and *Manhattan Distance*. The value of *K* that used in *K-NN* is 1, 3, and 5. Signature verification highest accuration value in this research is 54% got from *Euclidean Distance* calculation with *K* value = 1. From this research, we can know that *Euclidean Distance* is better than *Manhattan Distance* for signature verification.

**Keywords :** Verification, signature, *K-Nearest Neighbor*, *Harris Corner*, *Euclidean Distance*, *Manhattan Distance*

## 1. PENDAHULUAN

Kemananan bertransaksi sangat diperhatikan di zaman sekarang. Banyak cara yang dilakukan untuk melakukan pengamanan transaksi. Sidik jari dan PIN merupakan contoh pengaman yang dapat digunakan. Salah satu pengaman yang terkenal adalah dengan tanda tangan. Tanda tangan dianggap lebih mudah digunakan, murah, cukup efektif. Meskipun demikian, masalah pemalsuan tanda tangan masih menjadi ancaman bagi penggunaan tanda tangan.

Verifikasi tanda tangan ( signature verification ) merupakan cara untuk mengetahui keaslian tanda tangan. Verifikasi tanda tangan terbagi menjadi 2 yaitu verifikasi tanda tangan *on-line* dan *off-line*. *On-line* memiliki arti pada saat tanda tangan diambil, perekaman terhadap waktu, tekanan, dll direkam. Pada verifikasi *off-line*, tanda tangan hanya diambil dari foto atau gambar tanda tangan. Masalah yang ada pada *signature verification* adalah perbedaan alat yang digunakan untuk menulis tanda tangan dan mengambil citra, resolusi citra, citra yang mengandung noise, dll.

Tanda tangan sendiri adalah tulisan tangan khusus yang di dalamnya terkandung karakter yang unik. Kebanyakan, tanda tangan tidak dapat dibaca. Meskipun demikian, tanda tangan dapat dianggap sebagai gambar yang dapat dikenali oleh komputer [1]. Karena tanda tangan memiliki karakter yang unik, tanda tangan dapat digunakan sebagai sistem pengaman atau pengenalan identitas.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menerapkan berbagai macam metode dan ekstraksi ciri pada signature verification. Penelitian [2] menggunakan *Feed Forward Back Propagation Error Neural Network* dengan ekstraksi ciri *Discrete Wavelet Transform* untuk melakukan verifikasi pada tanda tangan *online*. Penelitian [3] menggunakan *Euclidean Distance Model* dengan ekstraksi ciri *Geometric Center*. Penelitian [4] menggunakan *Nearest Neighbor* dengan ekstraksi ciri *Gabor Wavelet*. Penelitian [5] menggunakan PCA dan *Multi Layer Feed Forward Artificial Neural Network* untuk klasifikasi dan *Fourier Descriptor* dan *Chain Codes* untuk ekstraksi. Penelitian [6] menggunakan Euclidean Distance untuk klasifikasi dan metode ekstraksi baru dengan cara membagi-bagi citra.

Dari penelitian-penelitian tentang verifikasi tanda tangan yang diruju di atas dapat dilihat bahwa para peneliti melalui berbagai macam penelitian berusaha untuk menemukan metode klasifikasi dan ekstraksi ciri yang menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi. Tingkat akurasi yang tinggi penting dalam verifikasi tanda tangan untuk menghindari ancaman pemalsuan tanda tangan karena tanda tangan sendiri merupakan sesuatu yang sangat penting dalam melakukan berbagai hal, terutama dalam hal keamanan bertransaksi yang berhubungan dengan faktor ekonomi.

Dari beberapa penelitian yang ada, akan dilakukan penelitian menggunakan *K-Nearest Neighbor (K-NN)* dan ekstraksi ciri *Harris Corner* pada verifikasi tanda tangan. *K-NN* mampu melakukan klasifikasi dengan baik citra yang rumit. Contohnya, pada penelitian [7] dengan judul “*Automatic Medical Image Classification and Abnormality using K-Nearest Neighbour*”, *K-NN* mampu melakukan klasifikasi gambar medis dengan akurasi 80% dan merupakan yang terbesar dibandingkan dengan *SVM linear* dan *RBK kernel*. *Harris Corner* baik digunakan untuk citra grayscale dan dapat menghasilkan nilai ekstraksi yang lebih konsisten dari gambar yang mendapat gangguan. Contohnya adalah pada penelitian [8] dengan judul “*Harris Operator Corner Detection using Sliding Window Method*”, *Harris Corner* dapat mendeteksi telapak tangan dengan akurasi 97,5%.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Studi Literatur

#### 1. Penelitian Terkait

Penelitian [2], verifikasi tanda tangan yang dilakukan adalah verifikasi tanda tangan online dan dilakukan menggunakan algoritma klasifikasi *Feed Forward Back Propagation Error Neural Network* dan ekstraksi ciri *Discrete Wavelet Transform* yang menghasilkan akurasi sebesar 95 %. Jumlah sampel yang digunakan sebesar 100 tanda tangan yaitu 10 tanda tangan asli dan 10 tanda tangan palsu setiap orang. Jumlah orang yang diambil tanda tangannya adalah 5.

Penelitian [3] yang menggunakan klasifikasi *Euclidean Distance Model* dan ekstraksi ciri *Geometric Center* pada verifikasi tanda tangan, hasilnya adalah FAR dari random, simple, dan skilled forgeries adalah 2.08%, 9.75%, dan 16.36%. FRR 14.58%. Tanda tangan yang digunakan untuk diuji adalah 21 asli dan 30 palsu. Tanda tangan yang digunakan berjumlah 9(asli).

Penelitian [4] tentang verifikasi tanda tangan, algoritma klasifikasi yang digunakan adalah *Nearest Neighbor*. Pada ekstraksi ciri digunakan *Gabor Wavelet*. Dari penelitian diperoleh hasil bahwa verifikasi yang dilakukan memiliki akurasi  $\geq$  akurasi manusia dalam melakukan verifikasi tanda tangan dengan. Nilai FAR dan FRR terkecil manusia pada penelitian ini adalah 22,5% dan 15,5%.

---

Penelitian [5] tentang identifikasi tanda tangan yang berbasis pada *Fourier Descriptor* dan *Chain Codes* hasilnya adalah FAR=2.6% dan FRR=1.6% pada proses verifikasi. Algoritma yang digunakan adalah PCA dan *Feed Forward ANN* pada klasifikasi. *Fourier Descriptor* dan *Chain Codes* digunakan pada ekstraksi ciri.

Penelitian [6] menggunakan pendekatan baru pada ekstraksi ciri dengan cara membagi-bagi citra menjadi bentuk persegi panjang berdasarkan pada titik tengah gravitasi dari tanda tangan. Pengklasifikasian dilakukan menggunakan *euclidean distance*. Hasil penelitian adalah FAR random, simple, skilled adalah 0%, 0%, 1%. FRR 0,5%.

a) *K-Nearest Neighbor*(K-NN)

*K-Nearest Neighbor* adalah pengklasifikasi nonparametrik yang termasuk salah satu yang terpopuler dan terkenal. Meskipun sederhana, algoritma ini masih digunakan. Kunci dari metode ini adalah parameter K yang didefinisikan sendiri oleh pengguna. Saat K ditentukan dan diberikan pola x, tentukan pola ke kelas yang terbanyak dari tetangga terdekat K-nya(lakukan penghitungan untuk mengukur jarak tetangga yang terdekat) , di antara data pelatihan termasuk. Karena K-NN menggunakan penghitungan untuk menentukan jarak terdekat, berikut beberapa penghitungan jarak yang dapat dipakai pada algoritma K-NN [9] :

1. *Euclidean Distance*

$$j(v_1, v_2) = \sqrt{\sum_{k=1}^N (v_1(k) - v_2(k))^2}$$

2. *City-Block Distance*

$$d(v_1, v_2) = \sum_{i=1}^N |v_1(k) - v_2(k)|$$

b) *Harris Corner*

*Harris Corner* adalah algoritma pendeteksi yang mempertimbangkan gradien lokal di arah horizontal dan vertikal setiap titik di sekitarnya. Tujuannya adalah untuk menemukan nilai di citra yang intensitasnya bervariasi di kedua arah tersebut. *Harris Corner* didasarkan pada,

$$S_{ij} = \sum_{m=i-D}^{i+D} \sum_{n=j-D}^{j+D} w_{mn} \begin{bmatrix} h_{mn}^2 & h_{mn}v_{mn} \\ h_{mn}v_{mn} & v_{mn}^2 \end{bmatrix}$$

dimana  $S_{ij}$  dihitung di area ukuran  $(2D+1) \times (2D+1)$  di sekitar posisi  $(i,j)$ .  $h_{mn}$  menyatakan tanggapan penyaring turunan secara horizontal,  $v_{mn}$  pada vertikal, dan  $w_{mn}$  adalah berat yang mengurangi pengaruh dari posisi. Berikut merupakan algoritma deteksi sudut *Harris Corner* [10] :

1. Hitung turunan x dan y dari gambar.

$$I_x = G_{\sigma}^x * I \quad I_y = G_{\sigma}^y * I$$

2. Hitung produk turunan dari setiap pixel.

$$I_{x2} = I_x \cdot I_x \quad I_{y2} = I_y \cdot I_y \quad I_{xy} = I_x \cdot I_y$$


---

3. Hitung perkalian produk turunan dari setiap pixel.

$$S_{x2} = G_{\sigma'} * I_{x2} \quad S_{y2} = G_{\sigma'} * I_{y2} \quad S_{xy} = G_{\sigma'} * I_{xy}$$

4. Bentuk matriks.

$$H(x, y) = \begin{bmatrix} S_{x2}(x, y) & S_{xy}(x, y) \\ S_{xy}(x, y) & S_{y2}(x, y) \end{bmatrix}$$

5. Hitung respon pendeteksi di setiap *pixel*.

$$R = \text{Det}(H) - k(\text{Trace}(H))^2$$

6. *Threshold* nilai respon.

- c) *Recall*, *Precision*, *True Negative Rate* dan *Accuracy*

*Recall* digunakan untuk mengetahui hasil jawaban dari sistem. *Recall* didapat dari perhitungan.

$$\text{Recall} = \frac{tp}{tp + fn}$$

*Precision* digunakan untuk mengetahui ketepatan sistem dalam mengenali tanda tangan asli. *Precision* didapat dari perhitungan.

$$\text{Precision} = \frac{tp}{tp + fp}$$

*True Negative Rate* digunakan untuk mengetahui ketepatan sistem dalam mengenali tanda palsu. *True Negative Rate* didapat dari perhitungan.

$$\text{True negative rate} = \frac{tn}{tn + fp}$$

*Accuracy* digunakan untuk mengetahui perfoma ekstraksi fitur dan klasifikasi yang digunakan.

$$\text{Accuracy} = \frac{tp + tn}{tp + fp + tn + fn}$$

**Tabel 1 Tabel Confusion Matrix**

	Total Population	True Condition	
		Condition Positive	Condition Negative
Prediction Condition	Predicted Condition Positive	True Positive	False Positive
	Predicted Condition Negative	False Negative	True Negative

*True positive(tp)* adalah kondisi saat program mengenali citra tanda tangan asli sebagai citra tanda tangan asli(benar). *False positive(fp)* adalah kondisi saat

program mengenali citra tanda tangan palsu sebagai citra tanda tangan asli(salah). *False negative(fn)* adalah kondisi saat program mengenali citra tanda tangan asli sebagai citra tanda tangan palsu(salah). *True negative(tn)* adalah kondisi saat program mengenali citra tanda tangan palsu sebagai citra tanda tangan palsu (benar).

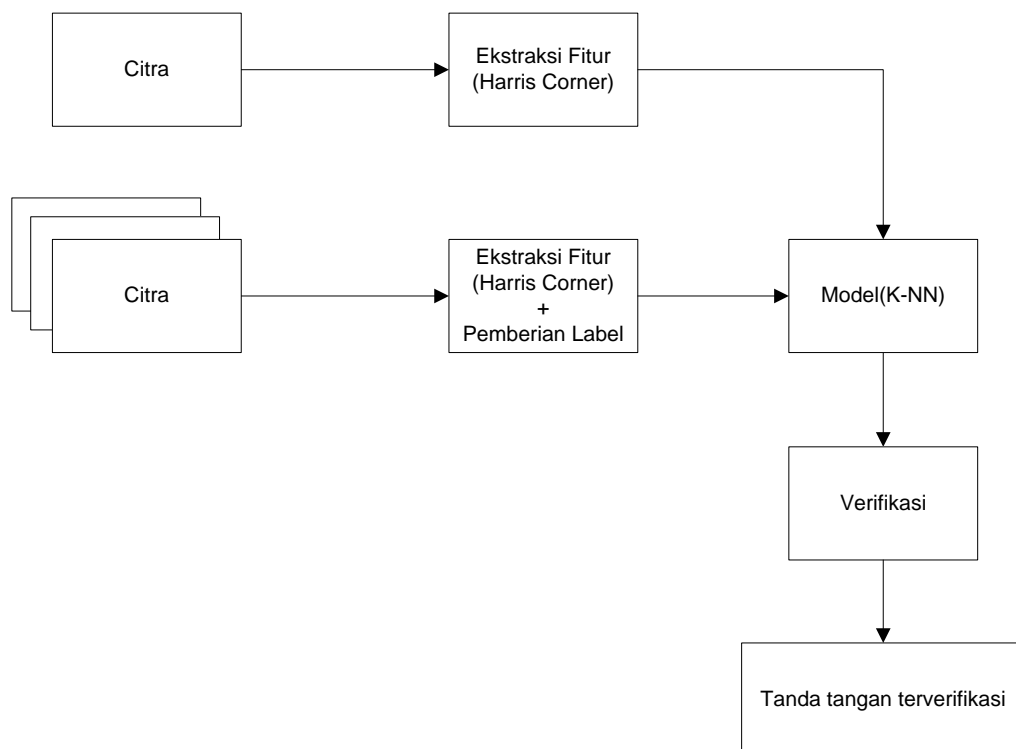
## 2.2 Pengumpulan Data

Data berupa citra tanda tangan diambil melalui proses *scan* tanda tangan. Citra tanda tangan berukuran 400x400 pixel. Jumlah tanda tangan yang dipakai adalah 300 citra tanda tangan yang terdiri dari 150 tanda tangan asli dan 150 tanda tangan palsu. Tanda tangan diambil dari 10 orang.

## 2.3 Perancangan

Rancangan dibuat dalam bentuk diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 1. Verifikasi tanda tangan dimulai dengan melakukan proses *input* citra tanda tangan yang akan diuji. Citra tanda tangan yang diinput merupakan citra grayscale dengan ukuran 400x400 pixel dan akan diekstraksi untuk mendapatkan cirinya. Hasil dari ekstraksi ciri tersebut adalah nilai koordinat yang menunjukkan letak sudut dan akan disimpan bersama model K-NN yang diperoleh dari ekstraksi fitur citra tanda tangan grayscale yang menjadi contoh. Hasil ekstraksi citra yang diuji akan dihitung jaraknya dengan hasil ekstraksi citra contoh satu per satu.

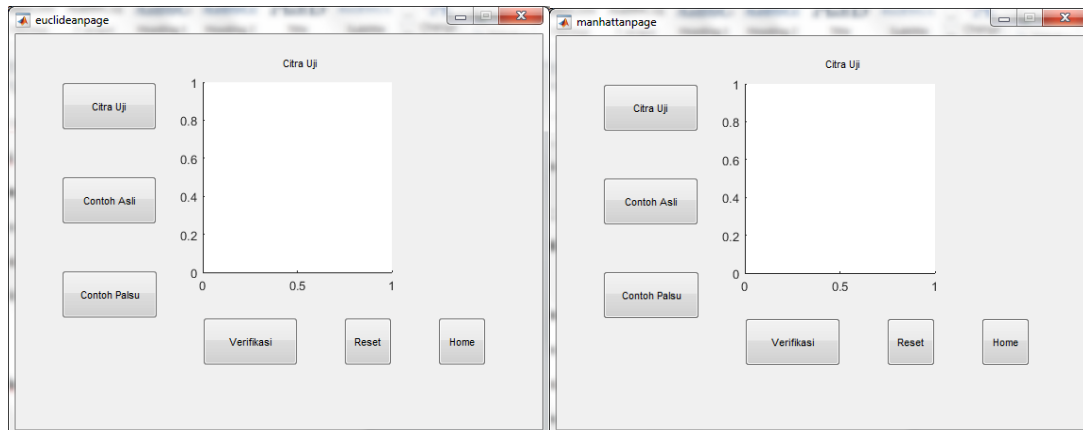
Setelah hasil penghitungan jarak selesai, dilakukan pengurutan dari yang terkecil ke terbesar. Tanda tangan akan diverifikasi keasliannya berdasarkan kategori/label(asli atau palsu) yang terbanyak dari radius yang telah ditentukan sebelumnya. Label terbanyak akan menjadi label bagi citra yang diuji.



Gambar 1 Diagram Blok Perancangan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

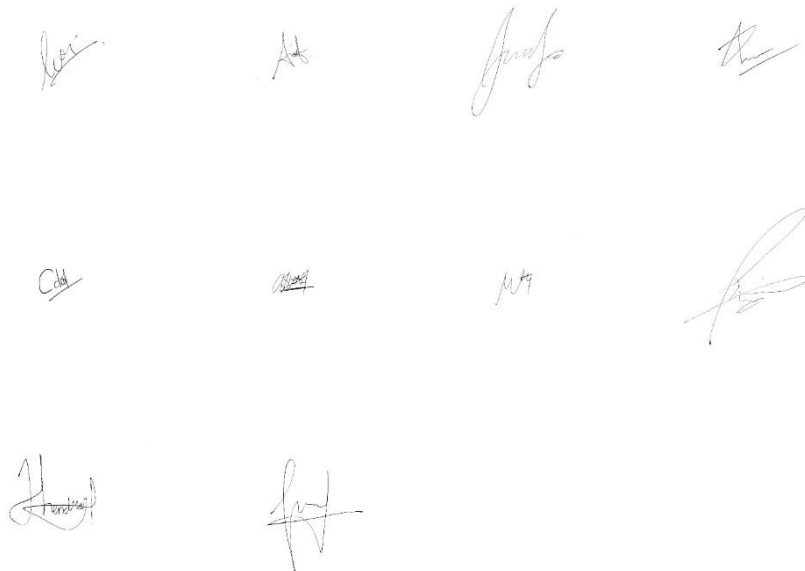
Tampilan sistem verifikasi tanda tangan dapat dilihat pada Gambar 2. Verifikasi tanda tangan dapat dilakukan dengan 2 penghitungan jarak, yaitu *euclidean distance* dan *manhattan distance*. Untuk memverifikasi tanda tangan, tekan tombol citra uji untuk menginput citra yang akan diuji. Setelah itu tekan tombol citra asli atau tombol citra palsu untuk menginput citra yang akan dijadikan contoh. Citra contoh tanda tangan asli dan palsu diperlukan untuk melakukan verifikasi. Setelah citra contoh dimasukkan, tekan tombol verifikasi untuk memverifikasi tanda tangan. Hasil akan ditampilkan oleh *message box*.



Gambar 2 Tampilan *Form* Verifikasi

#### 3.1 Analisa Hasil Pengujian

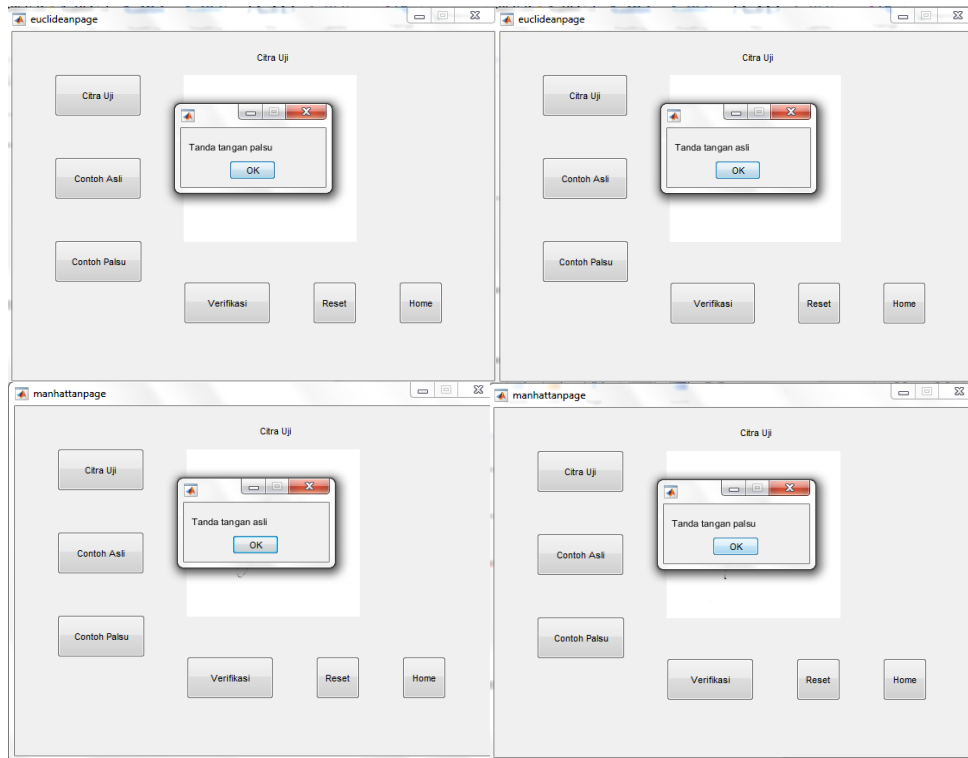
Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dalam verifikasi tanda tangan. Contoh tanda tangan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Contoh Citra Tanda Tangan

Gambar hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4. Penelitian ini menggunakan citra dari tanda tangan yang diambil melalui proses *scan* tanpa di *resize*. Jumlah citra yang digunakan

pada penelitian ini adalah sebanyak 300 dengan 200 citra sebagai citra contoh dan 100 citra sebagai citra uji. Citra yang digunakan sebagai contoh tidak akan dipakai untuk pengujian, begitu pula sebaliknya. Pada saat melakukan pengujian, data contoh dan data uji akan melalui proses ekstraksi ciri dengan *Harris Corner*. Proses ekstraksi ciri akan menghasilkan koordinat yang nantinya akan dihitung jaraknya pada *K-Nearest Neighbor*. Pengujian dilakukan terhadap model tanda tangan yang sama dengan 3 macam variabel k pada K-NN yaitu 1, 3, dan 5 pada penghitungan *euclidean distance*. Pengujian juga dilakukan dengan penghitungan *manhattan distance* sebagai pengganti *euclidean distance* pada K-NN dengan k=1.



Gambar 4 Hasil Pengujian Citra

**Tabel 1** Tabel Akurasi Pengujian Tanda Tangan K=1 *Euclidean Distance*

Jenis Model	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)	<i>True Negative Rate</i> (%)	<i>Accuracy</i> (%)
0	0	0	100	50
1	100	80	100	90
2	50	100	0	50
3	50	100	0	50
4	50	100	0	50
5	50	100	0	50
6	50	100	0	50
7	0	0	100	50
8	0	0	100	50
9	50	100	0	50

Pengujian dengan  $k=1$  pada Tabel 1 menggunakan penghitungan *euclidean distance* pada Tabel 4.1 menghasilkan *precision* rata-rata sebesar 40%, *recall* rata-rata sebesar 68%, *true negative rate* rata-rata sebesar 40%, dan *accuracy* rata-rata sebesar 54%.

**Tabel 2 Tabel Akurasi Pengujian Tanda Tangan K=3 Euclidean Distance**

Jenis Model	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)	<i>True Negative Rate</i> (%)	<i>Accuracy</i> (%)
0	0	0	100	50
1	50	40	60	50
2	100	20	100	60
3	50	100	0	50
4	50	100	0	50
5	50	100	0	50
6	50	100	0	50
7	0	0	100	50
8	0	0	100	50
9	50	100	0	50

Pengujian dengan  $k=3$  pada Tabel 2 menggunakan penghitungan *euclidean distance* menghasilkan *precision* rata-rata sebesar 40%, *recall* rata-rata sebesar 56%, *true negative rate* rata-rata sebesar 46%, dan *accuracy* rata-rata sebesar 51%.

**Tabel 3 Tabel Akurasi Pengujian Tanda Tangan K=5 Euclidean Distance**

Jenis Model	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)	<i>True Negative Rate</i> (%)	<i>Accuracy</i> (%)
0	0	0	100	50
1	66,66	40	80	60
2	0	0	100	50
3	50	100	0	50
4	50	100	0	50
5	50	100	0	50
6	50	100	0	50
7	0	0	100	50
8	0	0	100	50
9	50	100	0	50

Pengujian dengan  $k=5$  menggunakan penghitungan *euclidean distance* pada Tabel 3 menghasilkan *precision* rata-rata sebesar 31,66%, *recall* rata-rata sebesar 54%, *true negative rate* rata-rata sebesar 48%, dan *accuracy* rata-rata sebesar 51%.

**Tabel 4 Tabel Akurasi Pengujian Tanda Tangan K=1 Manhattan Distance**

Jenis Model	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)	<i>True Negative Rate</i> (%)	<i>Accuracy</i> (%)
0	0	0	100	50
1	0	0	100	50



2	50	100	0	50
3	50	100	0	50
4	50	100	0	50
5	50	100	0	50
6	50	100	0	50
7	0	0	100	50
8	0	0	100	50
9	50	100	0	50

Pengujian dengan  $k=1$  menggunakan penghitungan *manhattan distance* pada Tabel 4 menghasilkan *precision* rata-rata sebesar 30%, *recall* rata-rata sebesar 60%, *true negative rate* rata-rata sebesar 40%, dan *accuracy* rata-rata sebesar 50%.

**Tabel 5 Tabel Pengujian Tanda Tangan**

Metode	<i>Precision</i> rata-rata(%)	<i>Recall</i> rata-rata(%)	<i>True Negative Rate</i> rata-rata(%)	<i>Accuracy</i> rata-rata(%)
<i>Euclidean k=1</i>	40	68	40	54
<i>Euclidean k=3</i>	40	56	46	51
<i>Euclidean k=5</i>	31,66	54	48	51
<i>Manhattan k=1</i>	30	60	40	50

Dari berbagai pengujian yang dilakukan yang dapat dilihat pada Tabel 5 diketahui bahwa nilai  $k=1$  dengan penghitungan *euclidean distance* merupakan yang terbaik dengan akurasi sebesar 54%. Meskipun demikian, nilai  $k=1$  rawan terhadap *noise*. Dengan nilai  $k=1$ , jika jarak citra *noise* adalah yang terkecil, maka citra yang akan diverifikasi akan langsung dianggap sebagai citra yang sama jenisnya dengan citra *noise*. Ini ditunjukkan oleh *true negative rate* yang terkecil dengan nilai 40% (sama dengan  $k=1$  penghitungan *manhattan distance*). Nilai *true negative rate* yang kecil menunjukkan bahwa sistem memiliki kemungkinan melakukan kesalahan dengan menerima tanda tangan palsu sebagai tanda tangan asli cukup besar. Nilai *true negative rate* bergantung pada kemiripan tanda tangan palsu dan citra *noise* yang ada pada citra contoh. Semakin besar kemiripan tanda tangan palsu dan citra *noise* yang ada pada citra contoh, semakin besar pula nilai *true negative rate*.

Dari pengujian yang dilakukan juga dapat diketahui bahwa penghitungan *euclidean distance* lebih baik dibandingkan *manhattan distance*. Ini terlihat dari nilai *precision*, *recall*, dan *accuracy euclidean distance* yang lebih besar dibandingkan dengan *manhattan distance*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan dijelaskan dalam laporan ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Verifikasi tanda tangan dapat dilakukan untuk mengetahui keaslian tanda tangan. Verifikasi tanda tangan dilakukan berdasarkan sudut yang ditemukan lalu menerapkan algoritma *K-Nearest Neighbor*.
2. Nilai  $K$  yang kecil pada algoritma *K-Nearest Neighbor* memiliki kecenderungan untuk menerima citra tanda tangan palsu sebagai citra tanda tangan asli lebih besar dibanding dengan nilai  $K$  yang lebih besar.
3. Penghitungan *Euclidean Distance* lebih baik digunakan pada verifikasi tanda tangan dibandingkan dengan penghitungan *Manhattan Distance*. Pada  $K=1$ , akurasi *Euclidean Distance* sebesar 54% sedangkan *Manhattan Distance* sebesar 50%.

## 5. SARAN

Adapun saran yang nantinya dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat mengambil citra tanda tangan menggunakan *pen tablet* untuk mengurangi noise pada citra tanda tangan.
2. Penelitian selanjutnya dapat memperbanyak citra tanda tangan yang akan dijadikan contoh.
3. Verifikasi tanda tangan dapat dilakukan menggunakan algoritma yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oz, Cemil 2005, *Signature Recognition and Verification with Artificial Neural Network Using Moment Invariant Method*, Advances in Neural Networks, Vol 3497, h. 192-202, China.
  - [2] Fahmy, M. M. M. 2010, *Online Handwritten Signature Verification System Based On DWT Features Extraction and Neural Network*, Ain Shams Engineering Journal, Vol 1, h 59-70, Egypt.
  - [3] Majhi, B. dkk 2006, *Novel Feature for Off-line Signature Verification*, International Journal of Computers, Vol. 1, No 1, h.17-24, India.
  - [4] Sigari, M. H. dkk 2011, *Offline Handwritten Signature Identification and Verification Using Multi-Resolution Gabor Wavelet*, International Journal of Biometrics and Bioinformatics, Vol. 5, h. 234-248, Iran.
  - [5] Ismail, I. A. dkk 2010, *An Efficient Off-line Signature Identification Method Based On Fourier Descriptor and Chain Codes*, International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 10, No. 5, h. 29-35, Egypt.
  - [6] Samuel, Dr. D., Samuel, Prof. I. 2010, *Novel Feature Extraction Technique For Off-line Signature Verification System*, International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2, h. 3137-3143.
  - [7] Ramteke, R. J., Y., Khachane Monali 2012, *Automatic Medical Image Classification and Abnormality Detection Using K-Nearest Neighbour*, International Journal of Advance Computer Research, Vol. 2, No. 4, India, Vol.2, No, 4, h. 190-196, India.
  - [8] Malik, J. dkk 2011, *Harris Operator Corner Detection using Sliding Windows Method*, International Journal of Computer Applications, Vol. 22, No. 1.
  - [9] Kadir, A. 2013, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Andi Offset, Yogyakarta.
  - [10] Prince, S. J. D. 2012, *Computer Vision : Models, Learning and Inference*, Cambridge University, England.
-